

## Pengaruh Perlakuan Ekstraksi Limbah Ampas Kopi terhadap Sifat Mekanis Komposit Bermatriks Polipropilena

Ella Melyna<sup>1\*</sup>, Raizy Ziman Syiar<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>) Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta

\*Email: [melynae@gmail.com](mailto:melynae@gmail.com)

### ABSTRACT

*The rapid development of technology and science produces renewable versatile ideas and products. This study examines the use of coffee grounds as filler for polymer composites. The polymer used is a polypropylene thermoplastic polymer. The use of spent coffee grounds can reduce environmental waste. The oil content in coffee grounds is hydrophobic, while the polypropylene matrix itself is hydrophilic. The purpose of extracting coffee grounds is to remove the oil content in coffee grounds, with reduced oil and water content, the adhesion between the polypropylene surface and the coffee grounds will be better. The manufacture of polymer composites uses a Manual Forming Machine (MFM) with a variety of additions of extracted coffee grounds to polypropylene. The results of the study stated that the extraction treatment on coffee grounds increased the values of tensile strength, impact strength, and flow rate compared to the addition of coffee grounds without extraction, but variations in the addition of coffee grounds decreased the values of tensile strength, impact strength and flow rate. The highest variation in the polypropylene matrix composite with the addition of 5% coffee grounds waste extraction resulted in a tensile strength of 20.22 MPa, an impact strength of 2.398 kJ/m<sup>2</sup>, and a flow rate value of 8.48 g/10 minutes. The extraction process removes the oil content. This is evidenced by the loss of ester groups in the functional group test results of the extracted coffee grounds waste.*

**Keywords:** extraction, composite, coffee grounds, polypropylene

### PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat perkembangan di segala bidang. Penerapan dari ide dan gagasan hebat semakin terlihat seiring perkembangan zaman. Manfaat dari kemajuan ini dirasakan di berbagai bidang mulai dari bidang industri, bidang kesehatan, sampai bidang otomotif. Penerapan di bidang otomotif salah satunya dengan penciptaan material baru. Kesadaran lingkungan akan sumber daya yang tak terbarukan semakin meningkat dan ketergantungan kita terhadap sumber daya terbarukan semakin terlihat, jadi dibutuhkan lebih banyak untuk penciptaan material terbarukan yang ramah lingkungan[1]. Material diciptakan dari gabungan dua atau lebih komponen sehingga memiliki sifat-sifat yang lebih baik, material ini disebut material komposit. Material komposit telah banyak digunakan pada berbagai bidang mulai dari bidang otomotif, kelautan, dan industri lainnya. Penggunaan komposit dimulai dari bahan utama sampai menjadi bahan pengganti konvensional.

Komposit polimer banyak digunakan karena biaya pembuatan lebih rendah dan sifat material yang dapat bersaing dengan komposit lainnya. Keunggulan dari komposit polimer salah satunya adalah kelenturan dan ketahanan terhadap temperatur tinggi. Dalam dekade terakhir ini para akademisi maupun industri banyak memiliki minat besar dalam bidang komposit polimer[1]. Komposit polimer tersusun dengan *filler* sebagai campuran, *filler* dari biomaterial paling banyak digunakan karena material akan mudah terdegradasi, selain itu biomaterial yang didapat dari limbah seperti ampas kopi juga memberi keuntungan lebih seperti pengurangan limbah, mudah didapat, dan harga yang sangat murah.

Limbah ampas kopi dihasilkan dari biji kopi yang diproses menjadi seduhan kopi kemudian menyisakan ampas kopi. Ampas kopi yang tidak digunakan akan menjadi limbah. Limbah ampas kopi harus dimanfaatkan karena kopi merupakan salah satu minuman populer di dunia, dibuktikan dengan meningkatnya produksi hingga dua kali lipat selama tiga dekade terakhir. Budidaya, pengolahan, pemanggangan, dan penyeduhan kopi dikenal selama bertahun-tahun ini ternyata hanya menghasilkan biji kopi sekitar 50% dari buah kopi. Pemanfaatan 50% lainnya dari kopi

menjadi sangat penting dengan pertimbangan pro-ekologis saat ini[2]. Pemilihan limbah ampas kopi sebagai *filler* juga didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa limbah ampas kopi (berukuran nano) lebih baik digunakan sebagai pengisi komposit daripada karbon hitam. Komposit dengan *filler* limbah ampas kopi memiliki peningkatan kuat tarik dan sifat elastis secara signifikan [3].

Pemanfaatan pada penelitian ini difokuskan untuk ampas kopi. Ampas kopi digunakan sebagai *filler* komposit polimer. Ampas kopi yang digunakan terlebih dahulu dilakukan pengeringan dan penyaringan ukuran, selanjutnya dilakukan pemisahan minyak dengan metode ekstraksi menggunakan cairan n-heksana dengan soklet. Ekstraksi dengan metode soklet merupakan cara ekstraksi paling efisien, karena pelarut yang digunakan dapat di peroleh kembali[4]. Kandungan minyak pada ekstraksi bersifat hidrofobik, matriks polipropilena sendiri bersifat hidrofilik, menghilangkan kandungan minyak merupakan potensi baik untuk meningkatkan solid material antara limbah ampas kopi dan polipropilena [1]. Metode ini dilakukan dengan tujuan menghilangkan kandungan minyak yang ada di ampas kopi agar *surface* dapat menyatu dengan campuran polipropilena. Pada penelitian[5] ekstraksi limbah ampas kopi dengan n-heksana selama 3 jam yang ditambahkan pada polimer oxo-HDPE sebanyak 5,5 % berat menghasilkan kuat tarik 16,2 MPa, *bleaching* limbah ampas kopi dengan 1% NaOH selama 24 jam kemudian ditambahkan pada polimer oxo-HDPE sebanyak 5,5 % berat menghasilkan kuat tarik 16,7 MPa, ekstraksi dan *bleaching* limbah ampas kopi kemudian ditambahkan pada polimer oxo-HDPE sebanyak 5,5 % berat menghasilkan kuat tarik 15,5 MPa.

Dari latar belakang diatas, peneliti akan melakukan penelitian terkait pembuatan komposit polimer polipropilena dengan campuran *filler* limbah ampas kopi yang dilakukan *treatment* terlebih dahulu sampai pada proses ekstraksi pemisahan minyak dari ampas kopi, kemudian dilakukan pengujian kuat tarik, kuat impak, laju alir leleh, dan gugus fungsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan ekstraksi limbah ampas kopi terhadap kuat tarik, kuat impak, laju alir leleh, dan gugus fungsi komposit bermatriks polipropilena.

## METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu saringan 40 mesh, soklet 1 set, *Manual Forming Machine (MFM)*, *pneumatic specimen punch*, *specimen ejector*, *Universal Testing Machine (UTM)*, *Melt Flow Indexer (MFI)*, Resil Impactor CEAST, dan FTIR. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pellet polipropilena, limbah ampas kopi, larutan n-heksana teknis, dan *aquadest*. Variabel pada penelitian ini adalah komposisi ampas kopi 3% : 5% : 7% berat. Tahapan dalam penelitian ini adalah ekstraksi limbah ampas kopi, pengeringan limbah ampas kopi, pembuatan komposit, dan pengujian. Limbah ampas kopi di ekstraksi dengan larutan n-heksana pada suhu 70°C selama 3 kali siklus. Limbah ampas kopi yang telah diekstraksi dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C sampai beratnya konstan. Pembuatan komposit dilakukan dengan alat *Manual Forming Machine (MFM)* dengan tekanan 300 kg/cm<sup>2</sup> dan suhu 195°C ditekan selama 25 menit. Pembuatan specimen untuk uji kuat tarik menggunakan *pneumatic specimen punch*, kemudian dilakukan pengujian kuat tarik menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)* sesuai dengan ASTM D638. Pengujian laju alir menggunakan *Melt Flow Indexer (MFI)* sesuai dengan ASTM D1238, pengujian kuat impak dengan tipe *Izod Notch* menggunakan alat Resil Impactor CEAST sesuai ASTM D256-10, dan pengujian gugus fungsi menggunakan FTIR.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

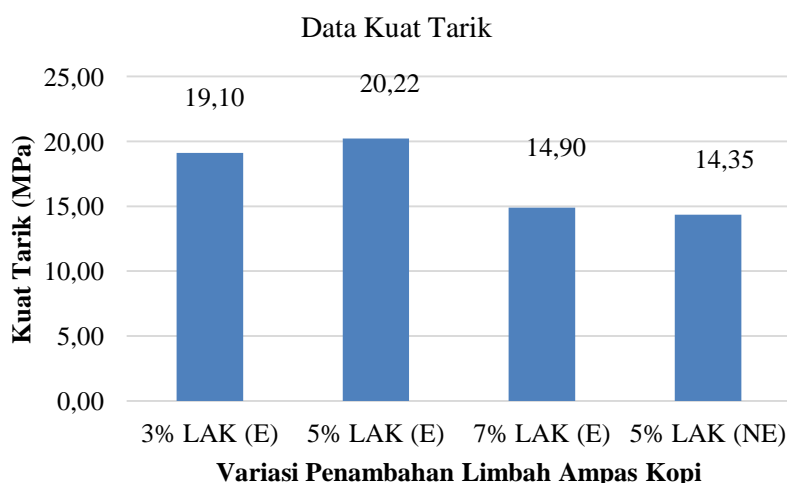
Pengaruh Perlakuan Ekstraksi Limbah Ampas Kopi terhadap Kuat Tarik Komposit Bermatriks Polipropilena

Tabel 1. Hasil Uji Kuat Tarik

Spesimen	Hasil Uji Kuat Tarik (MPa)			
	Sampel 1 3% LAK (E)	Sampel 2 5% LAK (E)	Sampel 3 7% LAK (E)	Sampel 4 5% LAK (NE)

Spesimen	Hasil Uji Kuat Tarik (MPa)			
	Sampel 1 3% LAK (E)	Sampel 2 5% LAK (E)	Sampel 3 7% LAK (E)	Sampel 4 5% LAK (NE)
1	18,03	20,76	14,03	15,30
2	15,37	20,38	16,78	11,17
3	21,73	19,34	14,02	19,02
4	19,55	19,67	15,54	13,24
5	20,81	20,94	14,14	13,04
<b>Rata - Rata</b>	<b>19,10± 2,24</b>	<b>20,22± 0,61</b>	<b>14,90± 1,09</b>	<b>14,35± 2,67</b>

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik dengan menggunakan standar ASTM D638 diperoleh kuat tarik tertinggi pada komposit polipropilena dengan penambahan limbah ampas kopi ekstraksi sebesar 5% yaitu  $20,22 \pm 0,61$  MPa, kemudian dilanjutkan pada penambahan limbah ampas kopi ekstraksi 3% yaitu  $19,10 \pm 2,24$  MPa, penambahan 7% limbah ampas kopi ekstraksi diperoleh kuat tarik sebesar  $14,90 \pm 1,09$  MPa, dan penambahan 5% limbah ampas kopi tanpa ekstraksi diperoleh kuat tarik sebesar  $14,35 \pm 2,67$  MPa. Nilai kuat tarik terbesar diperoleh  $20,22 \pm 0,61$  MPa pada penambahan 5% limbah ampas kopi ekstraksi.



Gambar 1. Hasil uji kuattarik

Penambahan komposisi limbah ampas kopi ekstraksi dari 3% ke 5% mengalami kenaikan nilai kuat tarik, penambahan 7% limbah ampas kopi ekstraksi mengalami penurunan nilai kuat tarik. Variasi penambahan limbah ampas kopi berpotensi menurunkan kuat tarik, nilai kuat tarik tertinggi pada komposisi penambahan 5% limbah ampas kopi ekstraksi. Penambahan 5% limbah ampas kopi ekstraksi menjadi komposisi optimum pada komposit polipropilena terhadap kuat tarik. Hal ini sejalan dengan penelitian [6] bahwa variasi optimum dari penambahan limbah ampas kopi berada pada 5%. Penambahan 10% dan 15% memiliki nilai sifat mekanis yang lebih rendah [6].

Perbandingan nilai kuat tarik komposit polipropilena yang ditambahkan 5% limbah ampas kopi ekstraksi dengan komposit polipropilena yang ditambahkan 5% limbah ampas kopi tanpa ekstraksi mencapai  $\pm 41\%$ , dengan demikian perlakuan ekstraksi limbah ampas kopi pada komposisi yang sama (5% limbah ampas kopi) dapat meningkatkan nilai kuat tarik komposit polipropilena mencapai  $\pm 41\%$ . Hal ini sejalan dengan penelitian [1] bahwa perlakuan ekstraksi dapat meningkatkan kuat tarik karena penurunan kadar air secara signifikan menyebabkan adhesi antar permukaan polipropilena dan limbah ampas kopi.

#### Pengaruh Perlakuan EkstraksiLimbah Ampas Kopi terhadap Kuat Impak Komposit Bermatriks Polipropilena

Pada pengujian kuat impak komposit polimer polipropilena dengan penambahan 5% limbah ampas kopi dengan perlakuan ekstraksi dan penambahan 5% limbah ampas kopi yang tidak di

ekstraksi menunjukkan perbedaan hasil uji. Data hasil uji kuat impact komposit polipropilena dengan penambahan 5% limbah ampas kopi yang diekstraksi sebesar 2,398 kJ/m<sup>2</sup>, penambahan 5% limbah ampas kopi tanpa ekstraksi sebesar 2,052 kJ/m<sup>2</sup>. Nilai kuat impact tertinggi diperoleh 2,398 kJ/m<sup>2</sup> pada komposit polipropilena yang ditambahkan 5% limbah ampas kopi ekstraksi.

Tabel 2. Hasil uji kuat impact

No	Sampel	Izod Impact Strength (kJ/m <sup>2</sup> )
1	5% LAK (E)	2,398
2	5% LAK (NE)	2,052

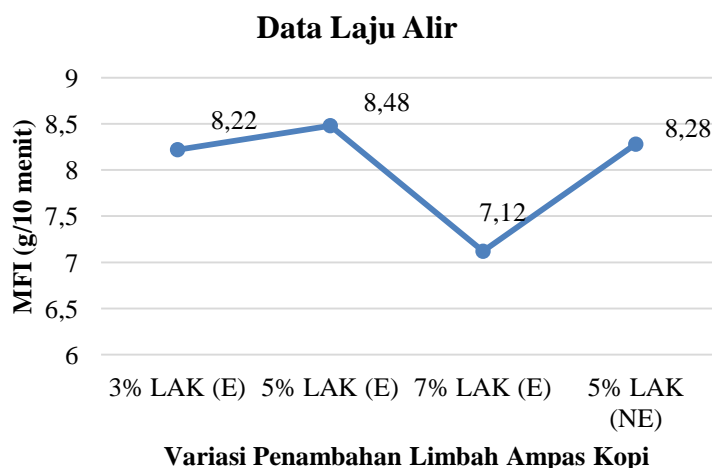
Perbandingan nilai kuat impact komposit polipropilena yang ditambahkan 5% limbah ampas kopi ekstraksi dengan komposit polipropilena yang ditambahkan 5% limbah ampas kopi ekstraksi mencapai  $\pm 17\%$ , dengan demikian perlakuan ekstraksi limbah ampas kopi pada komposisi yang sama (5% limbah ampas kopi) dapat meningkatkan nilai kuat impact komposit polipropilena mencapai  $\pm 17\%$ . Kenaikan nilai kuat impact sebesar  $\pm 17\%$  dikarenakan adhesi antar permukaan polipropilena dan limbah ampas kopi meningkat seiring dengan penurunan kadar air [1]. Penurunan kadar air dan berkurangnya kandungan minyak pada komposit polipropilena akan membuat material semakin solid dan terikat, hal ini berpotensi besar untuk peningkatan sifat mekanik pada komposit.

#### Pengaruh Perlakuan Ekstraksi Limbah Ampas Kopi terhadap Laju Alir Komposit Bermatriks Polipropilena

Data hasil pengujian komposit polipropilena dengan penambahan 3% limbah ampas kopi ekstraksi diperoleh nilai laju alir sebesar 8,22 g/10 menit, penambahan 5% limbah ampas kopi ekstraksi diperoleh nilai laju alir sebesar 8,48 g/10 menit, penambahan 7% limbah ampas kopi ekstraksi diperoleh nilai laju alir sebesar 7,12 g/10 menit dan penambahan 5% limbah ampas kopi tanpa ekstraksi diperoleh nilai laju alir sebesar 8,28 g/10 menit. Nilai laju alir terbesar diperoleh 8,48 g/10 menit pada penambahan 5% limbah ampas kopi ekstraksi.

Tabel 3. Hasil uji laju alir

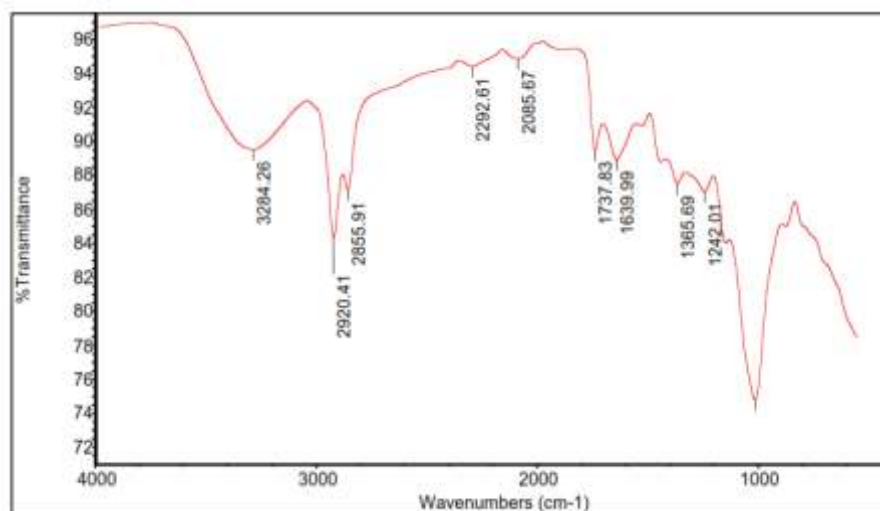
Sampel	Hasil Nilai MFI (g/10 menit)
3% LAK (E)	8,22
5% LAK (E)	8,48
7% LAK (E)	7,12
5% LAK (NE)	8,28



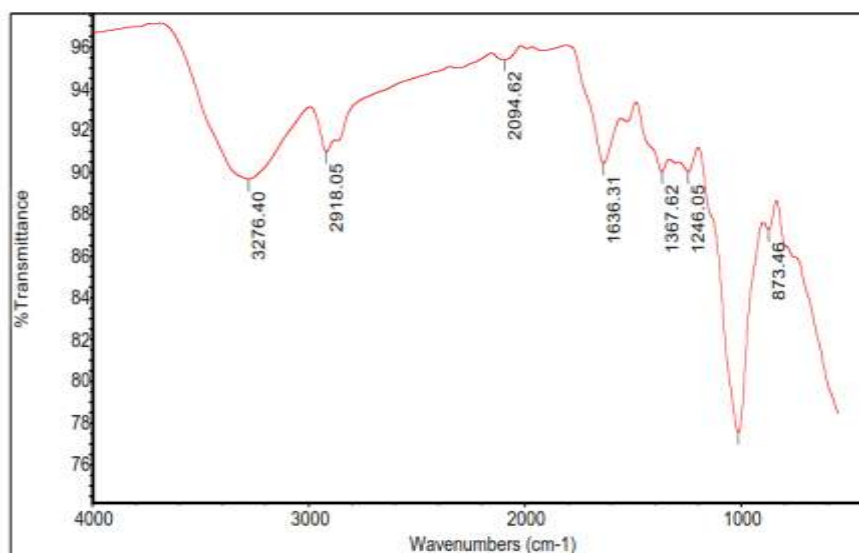
Gambar 2. Hasil uji laju alir

Perbandingan nilai laju alir komposit polipropilena yang ditambahkan 5% limbah ampas kopi ekstraksi dengan komposit polipropilena yang ditambahkan 5% limbah ampas kopi tanpa ekstraksi mencapai  $\pm 2\%$ , dengan demikian perlakuan ekstraksi limbah ampas kopi pada komposisi yang sama (5% limbah ampas kopi) dapat meningkatkan nilai laju alir komposit polipropilena mencapai  $\pm 2\%$ . Pada penelitian[7] penambahan limbah ampas kopi pada komposit PLA dapat meningkatkan nilai laju alir. Penambahan 5% limbah ampas kopi memiliki nilai laju alir sebesar 17,64 g/10 menit, penambahan 7,5% limbah ampas kopi memiliki nilai laju alir sebesar 18,67 g/10 menit, penambahan 10% limbah ampas kopi memiliki nilai laju alir sebesar 19,85 g/10 menit. Variasi penambahan limbah ampas kopi memiliki pengaruh meningkatkan nilai laju alir komposit PLA [7-8]. Penurunan nilai laju alir pada variasi penambahan 7% limbah ampas kopi ekstraksi disebabkan dari preparasi spesimen uji secara manual, spesimen uji yang disiapkan kemungkinan terdapat gumpalan dari limbah ampas kopi sehingga memiliki nilai laju alir yang lebih rendah.

#### Pengaruh Perlakuan Ekstraksi Limbah Ampas Kopi terhadap Gugus Fungsi



(a)



(b)

Gambar 3.a) Gugus Fungsi Limbah Ampas Kopi Tanpa Ekstraksi, b) Gugus Fungsi Limbah Ampas Kopi Ekstraksi



Tabel 4. Gugus fungsi pengujian limbah ampas kopi

LAK (NE)	LAK (E)	Jenis Ikatan	Golongan
	873,46	N - H	Amina <sup>[7]</sup>
1014,13	1013,95	C - N	Amina Alifatik <sup>[7]</sup>
1242,01	1246,05	C - H	Alkana <sup>[7]</sup>
1365,69	1367,62	C = O	Amida <sup>[7]</sup>
1639,99	1636,31	C = O	Ester <sup>[8]</sup>
1737,83		C = C	Alkena <sup>[8]</sup>
2085,67	2094,62	C - H	Alkana <sup>[7]</sup>
2292,61		N - H	Amina <sup>[7]</sup>
2855,91			
2920,41	2918,05		
3284,26	3276,40		

Analisa gugus fungsi limbah ampas kopi tanpa ekstraksi menunjukkan serapan pada bilangan gelombang 2855,91  $\text{cm}^{-1}$  dan 2920,41 yaitu merupakan vibrasi *stretching* C – H alifatik yang diperkuat dengan adanya serapan pada bilangan gelombang 1365,69  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi *bending* dari gugus metilen. Kemudian pada bilangan gelombang 1737,83  $\text{cm}^{-1}$  terdapat serapan yang merupakan vibrasi *stretching* dari gugus C = O ester. Pembentukan ester atau reaksi esterifikasi adalah proses pengubahan asam lemak menjadi senyawa ester dengan metode refluks. Pada proses esterifikasi, minyak biji kopi yang diperoleh dari proses sokletasi direaksikan dengan menggunakan methanol untuk membentuk metil ester. Biji kopi mengandung asam lino leat sebesar (43-54%) dan asam oleat sebesar 14,7% [7]. Pada analisa gugus fungsi hasil FTIR limbah ampas kopi yang diekstraksi tidak muncul lagi gugus ester, hal ini membuktikan bahwa minyak telah hilang saat proses ekstraksi.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah variasi penambahan limbah ampas kopi yang diekstraksi pada komposit bermatriks polipropilena menurunkan nilai kuat tarik yang dihasilkan dengan nilai kuat tarik tertinggi sebesar  $20,22 \pm 0,61$  MPa pada penambahan 5% limbah ampas kopi. Perlakuan ekstraksi limbah ampas kopi meningkatkan nilai kuat impact komposit bermatriks polipropilena dengan nilai kuat impact sebesar 2,398 kJ/m<sup>2</sup> pada penambahan 5% limbah ampas kopi. Variasi penambahan limbah ampas kopi yang diekstraksi pada komposit bermatriks polipropilena menurunkan nilai laju yang dihasilkan dengan nilai laju alir tertinggi 8,48 g/10 menit pada penambahan 5% limbah ampas kopi. Perlakuan ekstraksi limbah ampas kopi berpengaruh pada nilai gelombang dan gugus fungsi. Hasil uji gugus fungsi limbah ampas kopi tanpa ekstraksi menunjukan gugus ester dengan nilai gelombang 1737,83  $\text{cm}^{-1}$ , gugus fungsi ester tidak terlihat pada hasil uji gugus fungsi limbah ampas kopi ekstraksi yang membuktikan bahwa kandungan minyak telah hilang karena proses ekstraksi.

## SARAN

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan maka diperoleh saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian berikutnya disarankan menggunakan metode pembuatan komposit dengan matriks dan *filler* yang sudah di *compound* agar mendapat hasil atau pengembangan yang berbeda dan komposit yang lebih homogen.
2. Pemanfaatan minyak sisa ekstraksi dapat dioptimalkan kembali untuk penelitian selanjutnya.
3. Penambahan *coupling agent* seperti MA baik dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanis komposit

**DAFTARPUSTAKA**

- [1] H. Wu *et al.*, “Effect of oil extraction on properties of spent coffee ground–plastic composites,” *J. Mater. Sci.*, vol. 51, no. 22, pp. 10205–10214, 2016, doi: 10.1007/s10853-016-0248-2.
- [2] A. Hejna, “Potential applications of by-products from the coffee industry in polymer technology – Current state and perspectives,” *Waste Manag.*, vol. 121, pp. 296–330, 2021, doi: 10.1016/j.wasman.2020.12.018.
- [3] H. K. Lee, Y. G. Park, T. Jeong, and Y. S. Song, “Green nanocomposites filled with spent coffee grounds,” *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 132, no. 23, pp. 2–7, 2015, doi: 10.1002/app.42043.
- [4] S. Ketaren, “Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI. Press. Jakarta,” p. 327, 2008.
- [5] M. Y. Tan, H. T. N. Kuan, and A. A. Khan, “Tensile properties of ground coffee waste reinforced polyethylene composite,” *Mater. Sci. Forum*, vol. 880, pp. 73–76, 2017, doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.880.73.
- [6] H. Essabir, M. Raji, S. A. Laaziz, D. Rodrique, R. Bouhfid, and A. el kacem Qaiss, “Thermo-mechanical performances of polypropylene biocomposites based on untreated, treated and compatibilized spent coffee grounds,” *Compos. Part B Eng.*, vol. 149, pp. 1–11, 2018, doi: 10.1016/j.compositesb.2018.05.020.
- [7] N. Suaduang, S. Ross, G. M. Ross, S. Pratumshat, and S. Mahasaranon, “Effect of spent coffee grounds filler on the physical and mechanical properties of poly(lactic acid) bio-composite films,” *Mater. Today Proc.*, vol. 17, pp. 2104–2110, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.06.260.
- [8] M. yani, Bakti Suroso, Rajali, Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik, *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, Vol. 2, No. 1, pp.74-83, 2019. doi:<https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3071>